Casas cálidas en climas fríos: cómo lograrlo con mínima energía

Alejandro González
Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente (INIBIOMA), CONICET y Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche, Río Negro
gonzalezad@comahue-conicet.gob.ar

Apunte preparado para el curso organizado por Extensión Universitaria CRUB, 18/9/2009.

Las necesidades cambian para distintos climas, pero el problema es el mismo

La temperatura de la casa en un día frío de invierno depende del balance entre la calefacción y las pérdidas de calor hacia el ambiente exterior. Hasta ahora, la preocupación principal ha sido conseguir mayores cantidades de energía: más gas, más leña, más electricidad, para satisfacer una demanda creciente. Esto significa que estamos muy concentrados mirando una cara de la moneda: la generación de calor. ¿Qué pasaría si comenzamos a pensar en la otra cara?, en poner límites a la energía que se escapa silenciosamente sin ser aprovechada.

El calor que nos brindan los combustibles, y por el que pagamos, se pierde tanto en forma visible a través de chimeneas, como en forma invisible a través de la envolvente de la casa. Las paredes, techo, ventanas, piso, y los famosos chifletes (no tan invisibles ni silenciosos), transmiten en mayor o menor medida energía en forma de calor al exterior.

Con una geografía tan extensa y diversa, la Argentina tiene casi todas las regiones climáticas posibles. En la región patagónica el problema térmico prioritario es la calefacción, y aquí sabemos que no se trata sólo del invierno sino que estamos pendientes de esta necesidad por lo menos en 10 meses del año. Por ejemplo, en Bariloche, los estudios muestran que la calefacción demanda más del 80% de toda la energía que se usa en la casa. La iluminación requiere cerca del 1%, pero es el lugar donde hemos puesto todas las miradas a ver qué lamparitas faltan cambiar por las de bajo consumo.

Esto es muy acertado, sin dudas, pero es importante saber que con las lamparitas estamos resolviendo una parte del problema del 1%. Faltaría una acción para resolver las ineficiencias del 81% que se va en calefacción, el 10% que se usa en agua caliente sanitaria, el 5% en cocción de alimentos, y otro 3% en electrodomésticos.

La buena eficiencia se refiere a obtener un resultado con el mínimo de pérdidas.

El sector edilicio en Argentina tiene muy baja eficiencia térmica. En nuestra zona se nota con los consumos en calefacción, y en las regiones de más al norte con el aire acondicionado en verano. **Una casa sin aislación térmica pierde tanto calor en invierno como el que gana en verano: casa fría en invierno y muy calurosa en verano**. O dicho de otro modo: crisis del gas y de la leña en invierno, seguida de crisis de electricidad en verano.

Eficiencia térmica no es plan de ahorro, es necesitar menos

El conocimiento, las capacidades técnicas, y los materiales, ya existen en Argentina para que la eficiencia térmica sea óptima, similar a la de países con regulaciones muy estrictas. Quizás no lo hemos puesto en práctica aun porque siempre tuvimos energía abundante y a buen precio.

Nos acostumbramos a ver el consumo a través del dinero que pagamos, y no de las cantidades de energía que usamos.

En Bariloche (temperatura media anual 8ºC), una casa promedio conectada al gas natural gasta 4 veces más en calefacción que otra en clima similar en Suecia (Estocolmo, temperatura media 7ºC). Hasta en La Plata, con clima templado cálido y temperatura media anual cercana a los 16ºC, el consumo en calefacción de una vivienda unifamiliar es el mismo que en Estocolmo. Las características de la construcción en La Plata y en Bariloche son las mismas, aun cuando las regiones climáticas son totalmente distintas.

En el sector de la construcción, los códigos son estrictos en cuanto a otros aspectos constructivos, como ser estructuras sólidas y antisísmicas, instalaciones seguras, y artefactos certificados. Pero no se incluyen ni exigencias ni sugerencias a la calidad térmica. En países con políticas energéticas que priorizaron la eficiencia, como por ejemplo Suecia o Alemania, se tomaron más de dos décadas para instalar el tema, educar, y subsidiar mejoras en las viviendas. Recién después se exigieron códigos térmicos. Las exigencias deben venir después de las sugerencias, porque es necesario el acuerdo del usuario para que los códigos sean efectivos.

En Bariloche, por ejemplo, tanto en el sector privado como en el público, y tanto en viviendas sencillas como en aquellas de lujo, observamos que son comunes:

- las estructuras de hormigón armado a la vista;
- las paredes revocadas sin aislantes térmicos;
- los techos con mínima aislación;
- las plateas de hormigón en contacto térmico con el exterior;
- pisos sin aislante sobre esas plateas;
- los vidrios simples sin persianas ni postigos;
- las chimeneas con paredes al exterior y sin compuerta de cierre;
- ventanas y puertas con filtraciones;
- chifletes en algunas estructuras

El diseño del entorno y la ubicación de la casa son también muy importantes para la planificación térmica global. La salida y puesta del sol para cada estación, los vientos fríos dominantes, las sombras de los edificios y vegetación, son ejemplos de condiciones de entorno a tener en cuenta.

Una rehabilitación térmica que puede involucrar el 10% del costo total de la vivienda daría una reducción de energía en calefacción entre 50% y 70%. En las casas con provisión de gas natural de Bariloche, en promedio, esto daría una reducción de 2000 m^3 por año por cada vivienda unifamiliar. Esta cantidad de gas no quemado implica emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a usar un automóvil por 30000 km. En dinero, a los precios actuales de 2009, esta reducción de consumo resultaría en un ahorro significativo. Esto es consecuencia de que el alto consumo originará mayores precios por cambio de categoría y tarifas diferenciales. No pagan lo mismo los usuarios que están en las categorías de consumos bajos o medios (R1 o R2), que aquellos en las más altas (R3). En una encuesta de casas en Bariloche, el 67% de la muestra estaba en categorías R3; y el 31% en las máximas R3-3 y R3-4.

Entonces, el análisis del consumo **nos lleva a ver la enorme magnitud de transferencia de energía con el ambiente exterior, y que esta no puede compensarse con recomendaciones sobre hábitos del usuario.** Es por esto que los programas de ahorro que ponen foco en comportamiento y buena voluntad ("uso racional") tienen muy poco efecto.

Hace falta una base mínima de mejora técnica para que luego el usuario pueda reducir el consumo por un uso racional.

Los materiales aislantes son como estufas invisibles

En una estructura o cerramiento, se llama **puente térmico** al camino que facilita la transferencia de calor en los materiales. Por ejemplo, las columnas y encadenados de hormigón constituyen puentes térmicos, así como también los vidrios, las puertas placa o de chapa sin aislante, las plateas y encadenados de hormigón en contacto con el exterior, y los ladrillos y bloques ya sea revocados o no. **Romper el puente térmico significa interponer materiales porosos, aislantes, para disminuir la conducción de calor.**

Dada la calidad térmica actual de los edificios, cualquier mejora simple y moderada resulta en reducciones de consumo muy grandes. Como veremos enseguida, cada cm de telgopor o lana de vidrio o poliuretano protege de la pérdida de calor lo mismo que 30 cm de hormigón o que 20 cm de ladrillos comunes. Por supuesto que uno no puede hacer una casa con materiales aislantes solamente porque se la llevará el viento; hacen falta los soportes necesarios. Pero la comparación de 1 cm de aislante con los materiales habituales nos muestra nuevamente la falencia térmica que podría resolverse de inmediato.

Hay una gran diversidad de materiales que cumplen funciones térmicas, algunos comerciales y otros de autoconstrucción y de reciclados. Los reciclados proveen oportunidades de contribuir doblemente a disminuir el impacto ambiental y a tener una casa confortable. Algunos aislantes pueden tener muy bajo costo, por ejemplo reciclados de empaques o restos de reformas de obras, que de otra manera terminan abultando los basurales. Por ejemplo, la viruta de madera o el cartón son buenos aislantes térmicos (el posible problema de los ratones se arregla con un poco de cal y buenos sellos en el soporte de los aislantes).

El aire es un buen aislante pero debe evitarse el movimiento. Por ejemplo, una pared doble con división de cámara de aire aísla menos que si se llena el espacio con lana de vidrio o telgopor. Lo mismo ocurre en un techo: sin lana de vidrio existe una cámara de aire, pero con el movimiento el aire se enfría en la chapa y toma calor del machimbre interior; con la lana de vidrio se evita ese movimiento. De todos modos, siempre una cámara de aire es mejor que nada. Las cortinas en las ventanas ayudan a formar cámaras de aire y restringen mucho la pérdida de calor en los vidrios.

En todos los casos es muy importante un diseño que evite la condensación de agua, ya que el agua es un buen transmisor del calor. En general, esto se logra aislando la cara fría de la pared.

¿Por qué ahora es un buen momento para mejoras térmicas?

"Es importante detectar el tsunami cuando la ola es pequeña"
Leído en oportunidad de los tsunamis en Asia

Mejorar la aislación térmica de una vivienda es mucho más fácil ahora que cuando los costos de la energía aumenten aun más, o antes de que la abundancia del gas y la leña ya no sean tales. Por otro lado, como el precio de los combustibles para la industria sufre aumentos constantes, el precio de los materiales aislantes inevitablemente se incrementará.

Hasta ahora, en pocas décadas desarrollamos una cultura dependiente de altos consumos de recursos energéticos a bajo precio, lo que lleva a correr riesgos.

Uno de los riesgos es la disminución de reservas de un recurso que no es renovable. Entre 2003 y 2007 las reservas de gas de Argentina bajaron 38% (dato del INDEC). Por esto es que en 2008 se intensificó la importación de gas. De ser exportador de gas, en 2008 Argentina pasó a importar cerca del 12% del gas que se usa; además de grandes cantidades de fueloil para las centrales eléctricas que ya no pueden abastecerse de gas.

Otro riesgo a la vista es que los gobiernos no dispongan del dinero para subsidiar el gas. Por ejemplo, al presente, se está importando gas natural licuado en barcos, que en el puerto de Bahía Blanca se inyecta en la red nacional de gasoductos. Esta provisión conlleva una tecnología

compleja: se enfría en origen el gas natural a -160ºC (bajo cero) para poder licuarlo a presión atmosférica y reducir el volumen hasta 600 veces. Se importa a precio internacional, en 2008 se pagaba cerca de $1,70 /m^3 en puerto (igual a u$s 14 por millón de BTU, para comparar con las cifras que cita el gobernador de Neuquén en Diario Río Negro del 13/9/2009). A esto se debe una parte del aumento al gas para el fondo fiduciario que pagará la importación. Por otro lado, el gas de Bolivia se importa a cerca de $0,70 /m^3 (u$s 5 por MBTU). (Un millón de BTU es igual a 252 millones de calorías, y es la energía en 27 m^3 de gas natural argentino).

En nuestra región, en 2008, la vivienda promedio pagaba $0,08 por cada m^3 de gas natural, mientras que en Bs.As. $0,23 /m^3. Un promedio internacional se encuentra en alrededor de $2 por m^3 para el uso residencial. En Bariloche, para un consumo de 4800 m^3 por año y por vivienda unifamiliar de 100m^2, el costo de gas natural era de $400 por año en 2008. Con las nuevas tarifas de 2009 este consumo promedio pagaría $700 por año (alrededor de $0,15 /m^3 para la categoría R3-2).

Lo que a primera vista parece un beneficio público, al mismo tiempo involucra altos riesgos para los usuarios, quienes aumentan desmedidamente la dependencia en el uso de la energía. **Las mejoras térmicas serían una inversión permanente, mientras que el consumo de energía barata es efímero**, o dicho de otro modo: "pan para hoy y hambre para mañana".

Por otro lado, como cada 1,3 m^3 de gas natural equivale a 1 kg de gas envasado, el consumo de 4800 m^3 de gas natural equivale a 3700 kg de gas envasado. Comparando los precios se ve claro el problema de desigualdad derivado de subsidios sectoriales: el costo de la misma cantidad de energía en gas envasado estaría entre $5900 (si se compra la garrafa social) y $8900 (para gas a granel con subsidio). Entonces, aquellas familias sin acceso al gas natural pagan por la misma cantidad de energía valores internacionales, cuando sus vecinos conectados a la red pagan entre 10 y 25 veces menos. Esto constituye una injusticia ambiental y social. Además, está muy claro que los desconectados de la red de gas natural son en su mayoría sectores de menores recursos económicos. Con sus impuestos, estos sectores pagan grandes provisiones de energía a bajo precio a sectores de mayores recursos.

Por otro lado, los combustibles subsidiados masivamente y a precios muy bajos no incentivan a realizar mejoras tecnológicas en la edificación, ni siquiera por quienes tienen la capacidad económica para hacerlos. Hay amplios sectores de la sociedad Argentina que no necesitan subsidios a los combustibles. Con rehabilitaciones térmicas estos sectores pueden acceder a costos finales de energía bajos, derivados de la conservación en el uso del recurso, y no a causa de precios privilegiados.

Hasta el presente, los programas de ahorro de energía en Argentina se basan en cambios de comportamiento. Poco es lo que se sugiere en mejora tecnológica, siendo la más significativa el reemplazo de lamparitas. Este es un avance pero, como vimos, trabaja sobre una parte muy pequeña del consumo: en Bariloche esto afecta 1 de cada 100 unidades de energía, y en La Plata 2 de cada 100.

Pero, ¿qué haremos con todo el gas que se ahorre? Guardar reservas para el futuro no es una mala idea; vender gas a buen precio internacional y guardar "energía económica" también puede ser bueno; usarlo en construir bienes durables que a su vez sirvan para un futuro sustentable puede ser una gran idea.

Sin lugar a dudas, debe haber cientos de posibilidades mejores a la de quemar energía innecesariamente.

¿Cómo elegir los materiales aislantes?

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales, se mide en kcal/h.m.ºC y no depende del espesor. Cuanto mayor es la conductividad significa que habrá mayor pérdida de calor a través del material. Como decíamos en la sección anterior, un material con alta conductividad constituye un buen puente térmico.

La Tabla 1 da valores de conductividad de algunos materiales de construcción. Puede observarse que los materiales compactos pesados son buenos conductores de calor. Nótese que la conductividad para ladrillos, hormigón, y revoques, es de 10 a 30 veces mayor que la de los materiales livianos porosos. Estos, por el contrario, son buenos aislantes.

Una forma de aumentar la eficiencia térmica es agregando materiales livianos, que incluyan aire. Estos pueden ser materiales comerciales (telgopor, lana de vidrio) o también fabricados por los propios usuarios (viruta de madera, cartón, paja de cereal). Existen muchas formas simples de fijar esos materiales, tanto para los comerciales como para los reciclados.

Tabla 1: propiedades térmicas de algunos materiales

	Conductividad térmica (*), en kcal/ h m ºC	Transmitancia (**) de un espesor de 10 cm ($kcal/h\ m^2\ ºC$)	Espesor para la misma resistencia que 1cm de telgopor
Ladrillo común	0,7	7	20 cm
Hormigón armado	1,1	11	33 cm
Revoque	0,9	9	25 cm
Ladrillo cerámico hueco	0,4	4	13 cm
Adobe	0,5	5	15 cm
Madera dura	0,3	3	8 cm
Madera blanda	0,2	2	5 cm
Telgopor o lana de vidrio	0,03	0,3	1 cm
Paja de cereal	0,07	0,7	2 cm
Nieve suelta	0,04	0,40	1 cm
Nieve compactada/ hielo	0,2	2	5 cm
Cámara de aire		de 5 a 7	

(*) Datos del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, de Mendoza, que tiene un calculador térmico online para estimar la resistencia de materiales y muros compuestos, en www.cricyt.edu.ar/lahv/pruebas/conductancia/principal.htm . En este sitio se usa la unidad Watt (W), que es la correcta en el Sistema Internacional, pero no la más usada. Para pasar de W a kcal/h hay que dividir por 1,16. Los números en el sitio de Cricyt son entonces 1,16 veces mayores.

(**) Transmitancia = Conductividad / espesor.

Como dijimos, la conductividad depende del material en sí y no del espesor. Entonces esta magnitud da sólo una idea de la propiedad aislante pero no de la pérdida real de calor.

La transmitancia es una cantidad que sí da el valor de pérdida de calor a través de un material, y depende del espesor. La transmitancia se obtiene dividiendo la conductividad por el espesor en metros,

Transmitancia = Conductividad / espesor ; con valores en $kcal/hm^2ºC$

Significa la transferencia de energía (kcal) por hora (h), por cada m^2 de pared y por cada grado (ºC) de diferencia de temperatura entre las caras del material.

Si a la Transmitancia la multiplicamos por la superficie de la pared y por la diferencia de ºC interior-exterior, nos dará en kcal/h la potencia de la calefacción necesaria para compensar la pérdida por esa pared.

Como ejemplo, en la Tabla 1 se da la Transmitancia para un espesor de 10 cm de los distintos materiales. Nótese la diferencia entre los materiales pesados, las maderas, y los aislantes.

Además, en la Tabla 1 se da una magnitud comparativa para entender mejor el problema. En la última columna se calcularon los espesores de cada material que igualarían la aislación térmica de 1 cm de telgopor o de lana de vidrio. Nótese que hacen falta 33 cm de hormigón o 13 cm de ladrillo hueco para aislar lo mismo que 1 cm de telgopor. Estos espesores dan una idea de la calidad térmica relativa de los materiales.

En la Tabla 1 se incluyó la paja de cereal. Como se observa, este es un excelente material aislante, y sólo 2 cm de espesor de paja equivalen a 1 cm de telgopor o lana de vidrio. Las paredes de fardos, comúnmente de 40 cm, cumplen térmicamente con las normas europeas más estrictas. La paja de cereal es un residuo de la producción de cereales. **Nuestra región es privilegiada para la producción de cereales; hay pocas plagas y el clima templado frío es el óptimo para trigo, centeno, avena y cebada.** Estos se producen en zonas cálidas del país cercanas a los puertos y las grandes ciudades, pero en ese clima requieren un gran esfuerzo de agroquímicos. **La producción de cereales en la Patagonia debería ser incentivada** no sólo para obtener un excelente alimento de origen local, sino para beneficiarse con materiales de construcción renovables. En temporada se consigue un fardo en alrededor de $10, y con 4 fardos se cierra un m^2 de pared con altísima calidad térmica. Debido a la alta proporción de carbono, la paja de cereal es un material muy estable. Por eso es que se ha encontrado en perfecto estado hasta en sitios arqueológicos milenarios. También es un buen material para usar como fibra, agregado en revoques con arcilla o en la fabricación de bloques térmicos. Este material puede usarse también para aislar una cámara en el piso, y conseguir el tan deseado "piso cálido en climas fríos". Hay que ver los detalles constructivos para preservar el material.

Al final de la Tabla 1 se lista la cámara de aire, la cual es simplemente dejar un espacio entre otros materiales. Una distancia de aire de 1 a 4 cm tiene una Transmitancia entre 5 y 7 $kcal/hm^2{}^oC$, equivalente a un espesor de 0,5 cm de telgopor. **Si se aumenta el espesor de aire no mejora, por el contrario, a mayor espesor de aire empeora el aislamiento.** En la cámara de aire existen movimientos (convecciones) que llevan aire caliente a zonas frías. Estas convecciones son las que se buscan bloquear con los aislantes.

Ya que venimos con los refranes, para el espacio de aire diríamos "peor es nada". Una cámara de aire algo ayudará pero es menos aislante que llenar el espacio con lana de vidrio, telgopor, viruta, cartón, paja de cereal, o botellas de plástico rellenas con residuos plásticos (otro excelente aislante, y mejor que los plásticos estén dentro de la pared y no en el bosque).

Las paredes con masa térmica se aprovechan mejor si están aisladas

Un muro compacto y pesado tiene la ventaja de su masa térmica, que conserva el calor interior para entregarlo gradualmente. Si a este le agregamos el aislante en la cara externa nos garantizamos que ese calor acumulado no se perderá, sino que será realmente aprovechado en el interior. En nuestra zona, el sol es muy esquivo en la época que más necesitamos la calefacción, y además el viento enfría la pared.

Por estos motivos es que, en nuestra región, las paredes compactas sin aislación tampoco ayudan como acumuladores solares, ni siquiera en la cara norte. Entonces, es mejor aislarlas por fuera para aprovechar su buena capacidad de masa térmica, y así el calor que se genera en el ambiente, o que entra del sol, se conserve. La aislación del lado exterior también tiene la ventaja que evita condensación, porque el aire más húmedo interior no se expone a superficies frías.

¿Cómo calcular la pérdida de calor de paredes compuestas?

En la Tabla 1 se dio la Transmitancia para muros simples, sólo ladrillo, sólo hormigón, etcétera. Veamos ahora cómo se calcula cuando tenemos un "sándwich" de varios materiales. Esto nos va a servir para entender y calcular las mejoras térmicas.

La Resistencia es la inversa de la Transmitancia (Resistencia = 1/Transmitancia). Es decir,

Resistencia = espesor / Conductividad ; con valores en $hm^{2o}C/kcal$

Esta magnitud es importante para calcular la pérdida de calor. En muros compuestos por distintas capas se obtiene la resistencia térmica total sumando las resistencias individuales de cada capa (**¡ojo!: no** se suman las Transmitancias, pero sí las Resistencias). Tomemos el ejemplo de una pared exterior típica de ladrillos de 0,16 m de espesor, revocados con 2 cm de cada lado (0,02m de espesor). La resistencia total del muro es la suma de resistencias de cada parte:

R revoque + R ladrillo + R revoque = Resistencia total de la pared compuesta

0,02/0,9 + 0,16/0,7 + 0,02/0,9 =

0,02 + 0,23 + 0,02 = 0,27 m^{2o}Ch/kcal = R total de la pared compuesta

Y entonces, como la Transmitancia es la inversa de esta resistencia resulta

Transmitancia total = 1/0,27 = 3,7 kcal/ h m^{2o}C, para ladrillo revocado

(si fuera hormigón revocado se obtendría 5 kcal/ h m^{2o}C).

Significa que por cada m^2 y por cada grado de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior este muro de ladrillos revocado pierde 3,7 kcal/h de calor.

Considerando una pared de $100m^2$ y con 20ºC de diferencia de temperatura interior-exterior, se pierden 7400 kcal/h (viene de multiplicar 3,7*100*20).

Para reponer esta cantidad de calor hacen falta 3,5 kg de leña por hora; o 1,2 kg de gas envasado por hora; o 1,5 m^3 de gas natural por hora.

Si la pared del ejemplo anterior se aislara con 2 cm de telgopor o lana de vidrio, y se pusiera un revestimiento tipo "siding" (espesor 6 mm), la nueva resistencia térmica sería

R siding + **R aislante** + R revoque + R ladrillo + R revoque = **R total aislado**

0,006/0,3 + 0,02/0,03 + 0,02/0,9 + 0,16/0,7 + 0,02/0,9 =

0,02 + 0,67 + 0,02 + 0,23 + 0,02 = 0,96 m^{2o}Ch/kcal.

¡¡ Nótese que la resistencia que agregaron los 2 cm de aislante es el doble que la resistencia térmica de todo el espesor de ladrillos revocados completo!!

Como la Transmitancia es la inversa de esta resistencia resulta,

Transmitancia Total = 1/0,96 = 1,0 kcal/ h m^{2o}C, para ladrillo revocado y 2 cm de aislante

(si fuera hormigón revocado y aislante se obtendría 1,1 kcal/ h m^{2o}C).

Además, nótese que con la pared aislada no hay casi diferencia térmica entre el hormigón y el ladrillo (sin aislar la diferencia de Transmitancia era de 5 contra 3,7). **Esto es porque en la resistencia total domina el aislante y no la pared maciza.**

Entonces, con esta mínima aislación de 2 cm la pérdida de calor de $100m^2$ a 20ºC sería de sólo 2000 kcal/h (¡mucho menor a las 7400 kcal/h en la pared sin aislar!).

Esta pérdida se compensa con 1 kg de leña por hora; o con 0,3 kg de gas por hora; o con 0,4 m^3 de gas natural por hora.

La lana de vidrio y el telgopor se proveen en Bariloche en espesores estándar de 2 y 5 cm, pero también hay comercios que ofrecen espesores de telgopor a medida. Un constructor en el barrio Las Victorias usó perfiles soporte de 4 cm, y colocó telgopor cortado a 3,5 cm de espesor. Luego cerró con placas tipo siding y tipo superboard.

En la actualidad los revestimientos en seco son comunes, pero no se han detectado aun las grandes ventajas de incluir el aislante en el espacio vacío. La estructura, los materiales y la mano de obra del revestimiento representan el gasto principal. Incluir aislante sólo agregará cerca del 15% del total gastado, lo cual se compensa inmediatamente en el costo del equipamiento de calefacción. Menor pérdida de calor significa menor potencia de equipos, y menor costo.

Ahora bien, aumentemos el espesor de aislante a 5 cm (en lugar de 2 cm). La resistencia de este aislante será de 0,05/0,03 = 1,7 m^2ºCh/kcal, y la transmitancia con el espesor de 5 cm agregado a los ladrillos revocados es de 0,5 kcal/hm^2ºC. El calor perdido por la pared de 100m^2 y con 20ºC de diferencia de temperatura será en este caso de sólo 1000 kcal/h.

Esta pérdida de calor mucho menor se compensa con el uso de 0,5 kg de leña por hora; o de 0,15 kg de gas envasado por hora; o de 0,2 m^3 de gas natural por hora.

De estas comparaciones vemos que **los primeros 2 cm de aislante producen un gran cambio:** bajamos de 3,5 kg de leña por hora a 1 kg por hora. La reducción de consumo es de 2,5 kg de leña por hora (la misma cuenta puede hacerse con el gas). De la misma manera, cuando instalamos 5 cm mejoramos mucho en porcentaje, pero la cantidad absoluta que se ahorra en combustible respecto a 2 cm es menor.

Por supuesto que conviene instalar los mayores espesores posibles de aislación, sobre todo porque en el costo y en el trabajo de aislación no suma demasiado agregar espesor.

Las mismas consideraciones valen para los techos y los pisos.

En los techos la pérdida de calor está aumentada porque el aire caliente del interior de la casa sube. Si en la pared hay una diferencia de temperatura interior-exterior de 20ºC, en el techo seguramente es superior a 25ºC, lo cual da mayor pérdida de calor. El techo típico de Bariloche, con tirantería de madera, es muy simple de aislar desde el lado interior rellenando con aislantes.

Para los pisos, es más importante aislar los laterales que dan al exterior (perímetro) que el contacto con la tierra. Es óptimo aislar ambos sectores, pero si se tiene que optar lo mejor es aislar con más de 5 cm de espesor los laterales, buceando profundo en los bordes de los encadenados y las plateas.

Apéndices

I. Ayuda memoria con algunas sugerencias

Recuérdese la enorme diferencia térmica entre los materiales livianos aislantes y los pesados.

Techos: por la magnitud de la superficie y por la temperatura, puede ser la pérdida mayor. Si ya está construido puede aislarse del lado interior, usando el espacio entre tirantes para rellenarlo con aislantes, y cerrarlo tipo cielorraso. Este puede ser un plano horizontal o seguir la inclinación de la tirantería. En estos casos hay que estudiar el techo completo para prever la condensación.

Paredes: Pueden agregarse aislaciones térmicas del lado exterior sin mayores disturbios a los habitantes. Esto se logra, por ejemplo, con soportes de listones de madera o metálicos atornillados a la pared, luego se rellena con material aislante, se cubre con tela hidrófuga (tipo ruberoi), y se cierra con revestimiento que puede ser una segunda pared o revestimientos en seco (placas de cemento tipo "siding", o chapa, o madera), o revoques sobre malla metálica.

Pisos: se pueden poner aislantes debajo de los pisos, o "flotar" los pisos sobre una estructura adicional que deje una cámara de aire con distancia para poner aislantes. Evitar las plateas que continúan afuera como vereda, porque se convierten en "placas refrigerantes". Las veredas

adosadas se hacen para evitar que el agua invada el terreno debajo de la casa, y esto está muy bien. Pero, se consiguen los dos beneficios dejando una distancia a filo de pared, rellenando con aislantes térmicos y cubriendo con hidrófugos. Es muy importante aislar el perímetro.
Hormigones: las columnas y encadenados se pueden aislar del lado externo, ya sea aéreo o enterrado. Aunque el apoyo de las bases estructurales no pueda aislarse fácilmente, para los laterales existen muchas soluciones simples. ¡No hace falta corregir el 100% de los problemas!
Vidrios, persianas y cortinas: la colocación de un segundo vidrio, ya sea termopanel, o una segunda ventana, o un plástico simulando otro vidrio, es importante, sobre todo en la cara sur. Ayuda también la instalación de persianas y cortinas. En las cortinas hay que evitar que el aire pueda circular entre la parte inferior y superior.
Hogares con chimeneas: no olvidar las compuertas móviles, ¡¡ para cerrar cuando no hay fuego!! De lo contrario, cuando no hay fuego las chimeneas resultan excelentes tirajes de pérdida de calor. Si se construyen nuevas, la mejor ubicación es en el centro de la casa.
Calefactores: informarse sobre la eficiencia térmica verdadera, y de qué depende. Las calderas y radiadores con circulación de agua en general son más eficientes. Hay investigaciones del Centro Atómico Bariloche con datos y potencial de mejora para tiros balanceados. Están a la espera de aprobación de Enargas para las mejoras.
Chifletes: ante todo, hay que tener en cuenta que en una vivienda con cualquier tipo de fuego es necesario reponer oxígeno y eliminar el posible monóxido de carbono de la combustión. Entonces, antes de tapar todos los chifletes hay que ver que estén instaladas las rejillas reglamentarias para cada artefacto, y dejar algunos chifletes de seguridad por las dudas. La cantidad y lugar depende de muchos factores y debe ser tenido en cuenta. Dicho esto, por los chifletes se va una cantidad enorme de energía y hay que tapar lo más posible, dentro de la seguridad de recambio de aire. Hay chifletes evidentes y bien conocidos en puertas y ventanas. Otros más escondidos están en el apoyo del techo en la mampostería. Este apoyo es de madera sobre cemento y lo habitual es que aparezcan filtraciones, al igual que en las columnas de madera o aberturas en contacto con paredes de ladrillos. Son materiales que dilatan distinto y es inevitable el chiflete. Se arregla tapando. Lo ideal para lograrlo son las bolsas de plástico que están volando por toda la Patagonia. También se puede comprar expanding y silicona, pero hay chifletes muy "finitos" que con lo único que se combaten es con plásticos y una espátula.

II. Hay muchos sitios en internet con información, por ejemplo:

www.asades.org.ar Asociación de Energías Renovables y Medio Ambiente. En el sitio se accede gratis a una diversidad de artículos de las revistas Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA). Hay temas de arquitectura ambientalmente consciente, energía solar, política energética, etc.
www.arquinstal.com.ar El sitio de la cátedra instalaciones de los Arq. Czajkowski y Gómez, de la Universidad de La Plata. Tiene excelente información de acceso libre sobre eficiencia edilicia.
www.cricyt.edu.ar/lahv Sitio del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, de Mendoza, con mucha información sobre construcción bioclimática tanto de edificios públicos como de viviendas.
www.inenco.net es el Instituto de Energías No Convencionales de Salta, un excelente centro de investigaciones especializado en energía solar y sustentabilidad. El apartado sobre construcciones bioclimáticas en la Puna Andina es muy notable.

III. Unidades de potencia

Watt, abreviado W, es la unidad de potencia internacional.
Se relaciona con el HP a través de 1 HP = 746 W
Es más usual el kiloWatt (abreviado kW), que es igual a 1000 W. Así 1 HP = 0,746 kW

Otra unidad de potencia usual es la kilocaloría-dividido-hora (abreviado kcal/h). Por ejemplo, los calefactores de tiro balanceado se caracterizan por la potencia: 2000 kcal/h los chicos; alrededor de 3000 kcal/h los medianos; y alrededor de 5000 kcal/h los grandes.

La equivalencia es 860 kcal /h = 1 kW, o la inversa: 1kcal/h = 1,16 kW

Entonces, un calefactor mediano tiene una potencia de 3000 kcal/h = 3,5 kW = 4,7 HP

IV. Unidades de energía

La energía consumida es igual a la potencia multiplicada por el tiempo. Por ejemplo, el kWh es la energía utilizada en una hora por un artefacto de potencia igual a un kW.
Se multiplica la potencia por el tiempo, kW.h (**No** se divide, **¡¡kW/h es incorrecto!!).**
Pero, ¿por qué en kcal/h sí aparece la hora dividiendo? Aquí es correcto porque la kcal es energía, y dividido tiempo da potencia.

Energía = Potencia · Tiempo; y de aquí Potencia = Energía / Tiempo

Por ejemplo, una estufa eléctrica típica tiene una potencia de 2 kW. En 4 horas encendida usa una energía eléctrica de 2 kW · 4 h = 8 kWh. A una tarifa cercana a los $0,30 por cada kWh (impuestos incluidos), las 4 horas de estufa tienen un costo de $0,30 · 8 = $2,40.
Otro ejemplo: el uso del gas en un calefactor de tiro balanceado mediano de 3000 kcal/h.

Esta es la potencia máxima del calefactor, y representa el consumo de gas.
Si lo tenemos encendido al máximo durante 4 horas, entonces la energía usada es

3000 kcal/h · 4 h = 12000 kcal.

Si está conectado al gas envasado, que tiene un poder calorífico neto de 10700 kcal por cada kg de gas, entonces el consumo será de 12000 kcal / 10700 kcal/kg = 1,1 kg de gas. A precio actual (a razón de $ 16 por garrafa de 10 kg), el costo de este uso de 4 horas será de $1,80. (como el rendimiento del calefactor es de 60%, la potencia real para el ambiente es de 3000 kcal/h *0,6 = 1800 kcal/h. Esta es un poco menor a la estufa eléctrica del ejemplo anterior.

Si el mismo calefactor está conectado al gas natural el consumo es distinto porque el poder calorífico del gas es distinto. Un metro cúbico (m^3) de gas natural se factura a 9300 kcal, y el poder calorífico neto es de 8400 kcal/m^3. Entonces, las 12000 kcal usadas en las 4 horas representan 12000 / 8400 = 1,4 m^3 de gas natural. A precio residencial en Bariloche, por las 4 horas de uso se tiene un costo de $ 0,15/m^3· 1,4 m^3 = $ 0,20.

Para la leña: un valor promedio de poder calorífico de leña seca es algo inferior a 3500 kcal por cada kg. La leña se provee por m^3 (un camión lleva entre 4 y 6 m^3, una camioneta cerca de 2 m^3). Un estudio realizado por la Municipalidad de Comallo mostró que hay cerca de 220 kg de leña por m^3. Como esta cantidad se vende entre $100 y $120, resulta un costo estimado de $0,50 por cada kg de leña. Una salamandra quemando 1 kg de leña por hora (potencia 3500 kcal/h), en 4 horas consumirá una energía de 3500 * 4 = 14000 kcal, y el costo para las 4 horas será de **$2,00**. El calor que entrega esta estufa a la vivienda es similar a los casos previos.

De las estimaciones anteriores vemos que las tres opciones, electricidad, gas envasado y leña, presentan costos similares para la calefacción, mientras que el gas natural (a precios con aumentos de 2009) tiene un costo 10 veces menor.

Un agradecimiento especial a todos los vecinos que tuvieron la voluntad y la paciencia de llenar las encuestas de energía que hicimos en 2005 y 2006. Esto permitió dar el primer paso para entender el problema, y comenzar los estudios de los motivos por los cuales consumimos demasiada energía. La serie de charlas y talleres que llevamos adelante con la Secretaría de Extensión del Centro Regional Universitario Bariloche tienen por objetivo ayudar en la etapa educativa. De este modo, todos pueden tener elementos de juicio para decidir mejoras térmicas en sus viviendas. Estas son simples, en general se trabaja fuera de la casa y no molesta a los ocupantes.

Las mejoras pueden hacerse por etapas, ¡cada m^2 aislado es un m^2 ganado!
Así se mejorará nuestro bolsillo, nuestro ambiente, y la disponibilidad de energía no usada podrá ser derivada a tareas productivas y a reservas para el futuro.